

ТЕПЛОФИЗИКА И ГИДРОДИНАМИКА

УДК 534.222.2

DOI: 10.17223/00213411/68/1/1

Детонационное сжигание стратифицированного газового заряда, контактирующего с воздухом*Е.С. Прохоров¹¹ *Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Представлены расчеты параметров газодинамического течения при детонации стратифицированного реагирующего газового заряда, контактирующего с воздухом, в прямом (постоянного диаметра) стволе установки для детонационного нанесения порошковых покрытий. Выполнен сравнительный анализ численного решения для двух случаев: когда область перемешивания между реагирующим газом и воздухом бесконечно тонкая и когда она имеет конечную ширину.

Ключевые слова: газовая детонация, продукты детонации, воздух, ударная волна.

Введение

Современные установки для детонационного напыления могут работать не только при полностью заполненном взрывчатой смесью стволе, но и при некотором его недозаполнении [1, 2], когда оставшуюся часть ствола занимает инертный газ, например, воздух или азот. В этом случае после инициирования детонации стратифицированного газового заряда у закрытого конца ствола и выхода сформированной детонационной волны (ДВ) на контактную границу (взрывчатая смесь – инертный газ) по инертному газу будет распространяться ударная волна (УВ). При недозаполнении мелкодисперсные частицы, поступившие в ствол из дозатора порошка, могут некоторое время находиться в ударно-сжатом инертном газе. Остальное время перед вылетом из ствола они ускоряются потоком продуктов детонации. При математическом описании таких газодинамических процессов обычно пренебрегают возможным перемешиванием взрывчатого (химически реагирующего) и инертного газов [3, 4], т.е. полагают, что на контактной границе (КГ) между этими газами происходит резкое изменение концентрации химических веществ и, следовательно, термодинамических свойств газообразной среды. В связи с этим при преломлении детонации на КГ начальные параметры нестационарной УВ определяют из решения задачи о распаде произвольного разрыва [5, 6] между продуктами детонации и невозмущенным инертным газом.

Однако в реальных условиях при проточной подаче заряда взрывчатой смеси в ствол такая математическая постановка задачи не совсем корректна. По оценкам, полученным на основе анализа экспериментальных данных: по точности определения объема стратифицированного заряда перед выстрелом, скорости детонационного фронта и следовым отпечаткам ячеистой структуры детонации [2, 7–9], протяженность зоны перемешивания для двух контактирующих газов может достигать пяти калибров ствола.

Это означает, что в области перемешивания имеется градиент концентрации химических веществ, и процесс трансформации ДВ в УВ не может быть мгновенным. Поэтому для его описания предлагается воспользоваться предложенным в работе [10] унифицированным подходом к моделированию равновесных течений детонирующих газов. Он сформулирован на основе развитой приближенной модели равновесия, которая позволяет получать численные решения при детонации газовых смесей с различными соотношениями между углеводородным топливом и окислителем. В приближенной модели, по сравнению с точными (более детальными) моделями используются дополнительные физические предположения, позволяющие не только расширить область ее применения, но и существенно упростить вид системы решаемых уравнений. Показано, что для адекватных (согласованных с экспериментом) расчетов газодинамики детонационных течений

* Работа выполнена в рамках государственного задания Институту гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН (номер госрегистрации 121121600293-2).